



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2019/2020

Nº de proyecto

13

Título del proyecto

Evaluación y mejora de la herramienta on-line DESweb para la enseñanza de bases de datos

Nombre del responsable del proyecto

Fernando Sáenz Pérez

Centro

Facultad de Informática

Departamento

Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial

## 1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Bajo la directiva de mejora del aprendizaje de SQL con realimentación semántica, se plantearon los siguientes objetivos en la propuesta de este proyecto:

**1. Evaluación de la herramienta.** El primer objetivo es continuar durante el curso 2018/2019 la evaluación la herramienta de realimentación semántica de consultas SQL en el contexto docente de las facultades implicadas (facultades de Informática, Geografía e Historia y Filología). En este proyecto se evalúa el componente de análisis semántico de consultas SQL del sistema DES en las clases regladas de las asignaturas de bases de datos. La finalidad es atestiguar su utilidad como herramienta educativa, tanto de forma objetiva (mediante registro de sesiones que permiten observar la reacción de los alumnos frente a los informes de errores semánticos) como subjetiva (con encuestas a los alumnos sobre la adecuación de la herramienta).

**2. Mejora de la herramienta.** El segundo objetivo es la mejora de los componentes de la herramienta de realimentación semántica de consultas SQL en DES, tanto la identificación de errores como la interfaz de usuario.

A pesar de que actualmente DES detecta un gran número de posibles errores en las consultas SQL, aún queda espacio de mejora, por lo que se detectarán nuevos errores semánticos no contemplados en la herramienta y se implementará su identificación. La realimentación que proporcionen los alumnos al usar la herramienta también será clave para ajustar su funcionamiento, en términos de los errores detectados y de la información proporcionada para subsanarlos. Entre las posibles mejoras podemos prever las siguientes: desarrollo de un resolutor lexicográfico para los tipos de cadenas de caracteres, soporte de agregados, detección más extensa de simplificaciones y tautologías, soporte de bases de datos externas mediante conexiones ODBC, y mensajes más precisos de la ubicación de los errores.

DES proporciona distintas interfaces: textuales (para terminales de consola), gráficas (aplicaciones de escritorio basadas en Java) y online (DESweb: accesible mediante navegadores web como Chrome, Safari, Firefox...). Proporcionaremos nuevas versiones de todas estas interfaces (<https://des.sourceforge.net>).

En particular, la interfaz web DESweb es un paso para facilitar a los alumnos el acceso a las bases de datos al no requerir instalación y disponer de un entorno privado y persistente. La primera versión la publicamos para su uso en clase en la red UCM en septiembre de 2018, y se encuentra en continuo desarrollo y mejora. Su última actualización (en el momento de la propuesta del proyecto) fue marzo de 2019, disponiendo de acceso seguro SSL desde cualquier punto de internet. Además, debemos hacer notar que, si bien existen otras interfaces web a SQL, no aportan el análisis semántico que creemos importante para el aprendizaje de los alumnos sobre todo en prácticas abiertas, donde no tienen el apoyo del profesor. Por ejemplo, [SQL Fiddle] permite practicar consultas SQL en distintos gestores (MySQL, Oracle, PostgreSQL, SQLite y Microsoft SQL Server), pero no mantienen el estado, por lo que los alumnos no pueden conservar los esquemas de las prácticas para resolverlas en distintas sesiones; DESweb, por el contrario, proporciona una cuenta para cada alumno matriculado. Otros sitios web con acceso a gestores de bases de datos SQL son [W3Schools], [Coding Ground], [JackDB] y [SQLzoo]. En este próximo proyecto estudiaremos la posibilidad de instalar y proporcionar acceso a este y otros gestores (DB2, MySQL, Microsoft SQL Server, ...) individualmente para cada cuenta del sistema. La posibilidad de experimentar con distintos gestores ofrece la oportunidad de estudiar las particularidades propias de cada gestor, que generalmente no siguen fielmente el estándar de SQL.

**3. Difusión de resultados.** Los resultados de este proyecto serán susceptibles de comunicaciones en jornadas, congresos o revistas científicas, procurando elegir aquellos medios con mayor impacto para una mayor difusión. De los dos proyectos anteriores hemos publicado un artículo en PROLE 2018 y en su continuación dos artículos, uno a JENUI 2019 y otro a PROLE 2019. También consideraremos el envío a revistas y congresos educativos internacionales como AIED, ITiCSE o SIGCSE con los resultados del proyecto.

**4. Estadísticas de uso.** Como indicadores se usarán los contadores de descargas de la aplicación, de accesos a la página web y se evaluará la inclusión de medidores de uso en la propia herramienta bajo la concesión del permiso de los propios usuarios en su instalación. Se ha implantado ya el uso de Google Analytics como herramienta de análisis web para recolectar información agrupada del tráfico web. Para la segunda se podrán hacer disponibles servicios web que atiendan las notificaciones de casos de uso.

## 2. Objetivos alcanzados

Los objetivos alcanzados han sido los siguientes (identificados según la numeración del apartado anterior):

### 1. Evaluación de la herramienta.

Hemos usado la herramienta en los siguientes grupos de asignaturas de bases de datos:

- "Bases de datos", grupo único del doble grado de Matemáticas-Informática, primer cuatrimestre, Facultad de Informática, 29 alumnos matriculados, profesor: Fernando Sáenz Pérez.
- "Bases de datos", grupo C de los grados de Informática, primer cuatrimestre, Facultad de Informática, 63 alumnos, profesor: Héctor Gómez Gauchía.
- "Bases de datos", grupo único del Máster de Tecnologías de Información Geográfica de Matemáticas-Informática, segundo cuatrimestre, Facultad de Geografía e Historia, 14 alumnos, profesor: Fernando Sáenz Pérez.
- "Bases de datos aplicadas a la lingüística", segundo cuatrimestre, grado de Lingüística y Lenguas Aplicadas, Facultad de Filología, 13 alumnos, profesor: Fernando Sáenz Pérez.
- "Lingüística Computacional", Grado de Lingüística y Lenguas Aplicadas, Facultad de Filología, 30 alumnos, profesora: Ana María Fernández-Pampillón Cesteros.
- "Colecciones y ediciones electrónicas", Máster de Letras Digitales Facultad de Filología, 15 alumnos, profesora: Ana María Fernández-Pampillón Cesteros.

Se han propuesto encuestas de satisfacción de la herramienta en todos estos grupos de asignaturas. Además se han registrado los logs del sistema en los que se pueden examinar las reacciones de los alumnos frente a los mensajes de errores semánticos.

### 2. Mejora de la herramienta.

Se ha mejorado la herramienta tanto en su componente nuclear DES como su interfaz online DESweb. Del primero se han publicado ([des.sourceforge.net](https://des.sourceforge.net)) las siguientes versiones:

- DES 6.3, el 14 de octubre de 2019, con la inclusión de Datalog hipotético borroso (Fuzzy Hypothetical Datalog). Datalog es el lenguaje de bases de datos deductivas que hace de soporte en particular a la compilación y ejecución de consultas SQL.
- DES 6.4, el 20 de enero de 2020, añadiendo mecanismos para la conexión reactiva con la interfaz online DESweb, además de nuevas funciones y predicados predefinidos, tanto para Datalog como para SQL.
- DES 6.5, el 10 de abril de 2020, extendiendo la coherción automática de tipos para ajustarse más fielmente a los sistemas SQL comerciales. También se mejoró la compilación de SQL a Datalog y se añadieron más funciones y predicados predefinidos, tanto para Datalog como para SQL.

De la interfaz web se han publicado ([desweb.sourceforge.net](https://desweb.sourceforge.net)) las siguientes versiones:

- DESweb 1.4, el 24 de enero de 2020, con muchas mejoras. La más sobresaliente es la adición de un nuevo panel de bases de datos para mostrar la estructura de las bases de datos (tanto locales como externas), los resultados de las consultas, de las vistas y de los contenidos de las tablas.
- DESweb 1.5, el 1 de abril de 2020, de nuevo con mejoras en la interfaz de usuario y además añadiendo nuevas funcionalidades a la herramienta de administración para la gestión de alumnos y su evolución. Se añade la gestión de filtros de usuario para asignar grupos de alumnos a los profesores, y se asigna un log específico para cada profesor para analizar la interacción de sus alumnos con la herramienta.

Además, a partir de esta última versión se han ido publicando en caliente todas las versiones de desarrollo durante el curso 2019-2020 en respuesta a las peticiones de los alumnos (fundamentalmente de la asignatura "Bases de datos aplicadas a la lingüística" a partir de esa versión) y las mejoras identificadas por los propios profesores.

### **3. Difusión de resultados.**

Se ha enviado al congreso internacional ICLP (considerado el mejor congreso de programación lógica, con calificación CORE A) y aceptado el artículo "Applying Constraint Logic Programming to SQL Semantic Analysis". En este artículo se describe el componente de análisis semántico de consultas SQL para el que se ha desarrollado un mecanismo de identificación de errores basado en programación con restricciones. El artículo recibió el premio "[Best applications paper award](#)" y fue invitado para su publicación en la revista Theory and Practice of Logic Programming, también una revista de reconocido prestigio en programación lógica (con calificación JCR Q1, primer cuartil).

Se han presentado asimismo las dos comunicaciones cuya aceptación ya se conocía al finalizar el proyecto anterior en sendos congresos. La primera a las XXV Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2019), promovidas por la Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática (AENUI) y organizadas por la Facultad de Informática de la Universidad de Murcia, a la que se envió la comunicación "DESweb: una herramienta para el aprendizaje de SQL". El objetivo de estas jornadas es promover el contacto, el intercambio y la discusión de conocimientos y experiencias entre profesores universitarios de Informática y grupos de investigación; debatir sobre el contenido de los programas y los métodos pedagógicos empleados; así como materializar un foro de debate en el que presentar temas y enfoques innovadores orientados a mejorar la docencia de la Informática en las universidades. La presentación de la comunicación a estas jornadas fue el día 4 de julio de 2019. Hubo profesores interesados en aplicar esta herramienta en sus clases. La segunda comunicación se envió a las Jornadas de PROgramación y LEnguajes (PROLE) de la sociedad SISTEDES, que constituyen un marco de reunión, debate y divulgación para los grupos españoles que investigan en temas relacionados con la programación y los lenguajes de programación. La comunicación se presentó en el mes de septiembre de 2019. Recibió el [premio a la mejor presentación](#) de PROLE 2019.

Las nuevas versiones de ambas herramientas se han publicado en sourceforge.net, desde donde se pueden descargar tanto versiones fuente como ejecutables para prácticamente cualquier sistema operativo. Con objeto de difundir estos resultados, estas versiones tanto de DES como DESweb se han publicitado en las listas de distribución de SWI-Prolog, SICStus Prolog, RedBD y Datalog Cafe.

### **4. Estadísticas de uso.**

Se han recopilado las estadísticas de descarga de DES a partir de los datos obtenidos por los contadores de Sourceforge. También se ha implementado la recopilación de estadísticas de uso de la interfaz DESweb, tanto del número de inicios de sesión como del número de cuentas de invitado (usuarios no registrados que han usado la herramienta). Desde el inicio del proyecto, en el mes de septiembre, para el componente DES se han contabilizado cerca de 3.000 descargas según los contadores de Sourceforge (a día 20 de junio de 2020), un número similar al mismo periodo del proyecto anterior. Con respecto a DESweb se han contabilizado un total de 6.100 inicios de sesión (3.000 más desde el último proyecto) y más de 1.700 sesiones de invitado (1.000 más desde el último proyecto). Actualmente hay 358 usuarios registrados en el sistema (140 más desde el último proyecto). Con respecto a las métricas de Google Analytics de acceso a las páginas web de los sistemas, durante el último año se registraron 2.850 visitas para DES y 1.900 para DESweb.

### 3. Metodología empleada en el proyecto

Con respecto a la herramienta, se ha empleado una metodología clásica de desarrollo de software con las etapas de diseño, implementación, pruebas, ajuste y paso a producción:

1. Diseño. Se han identificado operaciones necesarias para la implantación de la herramienta en clase. En particular el soporte del gestor de transacciones para permitir el compromiso, salvaguarda y restauración a puntos anteriores. Se ha identificado también el conjunto de cláusulas, funciones de SQL y comandos de utilidad. Con respecto a la interfaz de usuario web al sistema, se ha rediseñado la interfaz tanto de los usuarios normales como la del administrador. En particular, para los usuarios normales se han recogido las peticiones de los alumnos para integrarlas en el diseño. Para los usuarios administradores (profesores) se han añadido los filtros de usuarios para la revisión de grupos de alumnos.

2. Implementación. Se han usado distintas tecnologías para la implementación. Para el componente DES se ha usado Prolog y varias de sus tecnologías: las gramáticas de cláusulas definidas (DCG) para el análisis de consultas SQL, y los resolutores de restricciones nativos CLP(R), CLP(Q) y CLP(FD), además de las restricciones nativas del resolutor de Herbrand (igualdad y desigualdad sintácticas) para la identificación de errores semánticos. La interfaz web se ha implementado con páginas HTML 5 dinámicas generadas por SWI-Prolog bajo demanda de los navegadores clientes. Además se ha usado extensivamente JavaScript para trasladar al cliente muchas de las funciones que anteriormente se realizaban en el servidor. El estilo de la interfaz web se define con hojas CSS para la fachada, la interfaz de usuario y la del administrador. Por su parte, el servidor web se ha implementado en conexión con procesos del sistema que ejecutan instancias distintas de DES para los distintos usuarios.

3. Pruebas. Antes del paso a producción se ejecuta una batería extensa de juegos de pruebas tanto para la base de datos local como bases de datos externas (Access, DB2, MySQL, PostgreSQL y SQL Server). Se ha ampliado el conjunto de casos de prueba del sistema en cada versión publicada, que incluye la validación de errores detectados previamente para prevenir su nueva aparición. Se ha comprobado y ajustado la interfaz web al sistema en comunicación con los servicios web para distintos navegadores, comprobando que el certificado digital funciona adecuadamente.

4. Paso a producción. Se han publicado las versiones fuentes y ejecutables del sistema para su uso local mediante descarga e instalación. Se ha mantenido con distintas actualizaciones de seguridad el servidor web (máquina virtual sobre servidores proporcionados por la Facultad de Informática) ejecutando Windows 10 Server 64 bit. Se han implantado procesos automáticos de copia de seguridad del sistema en los propios servidores de la facultad. El servidor de producción de DESweb ha estado activo de forma casi ininterrumpida desde su instalación. Las nuevas versiones del servidor web (implementado en el sistema SWI-Prolog) y del núcleo DES se han instalado en caliente sin dejar de proporcionar el servicio. Se ha dotado a la interfaz de administración de mecanismos para esta actualización de DESweb en caliente sin necesidad de reinicio del sistema. Las actualizaciones del núcleo DES son asimismo en caliente y el usuario solo percibe una muy breve interrupción del servicio (habitualmente menor que la latencia del sistema).

Con respecto a la realimentación de los alumnos, de nuevo se han proporcionado encuestas en el Campus Virtual, tanto en los espacios para cada grupo de las asignaturas como en un seminario de trabajo para alumnos tanto de la Facultad de Informática como de otras. Con objeto de intentar recopilar el máximo número de respuestas, se ha diseñado una encuesta con un tiempo muy bajo de resolución, usando para responder una escala Likert, y con posibilidad de aportar comentarios abiertos. A partir de los resultados se han obtenido una serie de estadísticas y conclusiones que se emplearán para la mejora de la herramienta en el próximo curso académico.

#### 4. Recursos humanos

En este proyecto han intervenido los siguientes profesores:

- Ana Fernández-Pampillón Cesteros, profesora de la especialidad de Lingüística Computacional del Grado de Lingüística y Lenguas Aplicadas y profesora del Máster de Letras Digitales de la Facultad de Filología de la UCM.
- Virginia Francisco Gilmartín, profesora contratada doctora del Departamento Ingeniería de Software e Inteligencia Artificial (Lenguajes y Sistemas Informáticos) de la Facultad de Informática.
- Mercedes García Merayo, profesora titular del Departamento Sistemas Informáticos y Computación (Lenguajes y Sistemas Informáticos y Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial) de la Facultad de Informática.
- Luis Garmendia Salvador, profesor titular del Departamento Ingeniería de Software e Inteligencia Artificial (Lenguajes y Sistemas Informáticos) de la Facultad de Informática.
- Héctor Gómez Gauchía, profesor contratado doctor del Departamento Ingeniería de Software e Inteligencia Artificial (Lenguajes y Sistemas Informáticos) de la Facultad de Informática.
- Fernando Sáenz Pérez, profesor titular del Departamento Ingeniería de Software e Inteligencia Artificial (Lenguajes y Sistemas Informáticos) de la Facultad de Informática.

Los profesores Virginia Francisco Gilmartín, Mercedes García Merayo y Luis Garmendia Salvador no pudieron escoger asignaturas de bases de datos en la elección docente departamental, por lo que no han tenido la posibilidad de aplicar la herramienta en clase.

Por otro lado, este proyecto no tendría sentido sin la participación de todos los alumnos de los distintos grupos de asignaturas en las diferentes facultades que han intervenido. En total hemos contado con 169 alumnos matriculados de los que 138 han seguido la asignatura de forma activa.



## 5. Desarrollo de las actividades

### 1. Mejora de la herramienta DES

Se han añadido, entre muchas otras (se puede examinar todas en las [notas de la versión actual](#) y el [historial](#)), las siguientes mejoras al sistema DES:

La versión 6.5 mejora fundamentalmente características del lenguaje SQL soportado en DES. En primer lugar, se ha mejorado la coerción automática de tipos para manejar valores de distintos tipos de datos, tanto en tiempo de compilación como de ejecución. La coerción incluye casar valores de diferentes tipos para los que existen valores compatibles (por ejemplo, una cadena de caracteres que contenga una fecha válida frente a un valor de tipo fecha). En segundo lugar se han mejorado las compilaciones de SQL al motor de inferencia subyacente Datalog (una inferencia de tipos más determinista, mayor precisión del análisis semántico para determinadas funciones primitivas, relaciones intermedias más pequeñas...). En tercer lugar se emiten mejores mensajes de error para los agregados. Y finalmente se ha extendido el soporte de SQL con características tanto de SQL estándar como de otros sistemas gestores.

En la versión 6.4 también se mejoran fundamentalmente las características de SQL. En primer lugar, se proporcionan varias funciones (de cadena de caracteres, de fecha y hora, y de números), junto con los correspondientes predicados de Datalog. En segundo lugar se incluyen varios comandos: para ajustar el formato de presentación de tipos datetime, para la depuración de SQL (en combinación con la interfaz gráfica de usuario en Java ACIDE) y otras relacionadas con la interfaz online. Como resultado de este último conjunto de comandos, se ha mejorado notablemente DESweb sustituyendo el panel de mensajes por un nuevo panel reactivo de bases de datos. Este panel contiene diferentes fichas que permiten al usuario examinar el esquema de la base de datos, ver los resultados de las consultas, y los contenidos de las tablas y del resultado de la ejecución de las vistas. Cualquier cambio interactivo en la consola (tanto del esquema como de los contenidos de datos) sobre cualquier relación se actualiza automáticamente en estas fichas, incluso para conexiones ODBC con bases de datos externas (siempre que sea posible). Nótese que este mecanismo reactivo está ausente en las implementaciones de las interfaces habituales de bases de datos (Oracle, DB2, SQL Server..., que necesitan de una actualización manual) y, sin embargo, resulta de gran ayuda a los estudiantes que a menudo se confunden con las vistas y tablas desactualizadas.

En la versión 6.3 se añadió una contribución novedosa a la programación lógica borrosa (fuzzy logic programming): Fuzzy Hypothetical Datalog. Con esta extensión del lenguaje se pueden especificar escenarios hipotéticos tanto con las reglas borrosas como con las ecuaciones de proximidad. Además de asumir nuevas reglas en un contexto hipotético, la semántica de un predicado existente se puede alterar con una nueva noción (los predicados borrosos restringidos), reduciendo su confianza en la medida que indiquen las reglas restrictivas. Como efecto colateral, el sistema borroso se convierte en completamente interactivo, cuando antes solo se aceptaban actualizaciones monótonas de la base de datos. Esto permitirá añadir en el futuro una versión de Fuzzy SQL.

Entre las muchas nuevas funciones y predicados se encuentran las orientadas al tratamiento de cadenas de caracteres, fechas y aritméticas: `left`, `ltrim`, `rtrim`, `repeat`, `right`, `space`, `sysdate`, `trunc` y `truncate`.

De igual modo, entre los muchos nuevos comandos se encuentran los siguientes para la conexión con la interfaz DESweb: `/get_relation`, `/keep_answer_table`, `/keep_answer_table`, `/relation_modified` y `/dependent_relations`



## 2. Interfaz online DESweb al sistema DES

La interfaz online DESweb implementa un IDE (Integrated Development Environment) básico para interactuar con el sistema DES. Hemos rediseñado las interfaces de usuario y administración, y añadido funcionalidades nuevas a ambas. La fachada no ha sufrido cambios.

La nueva interfaz de administración integra las siguientes nuevas funcionalidades, mejoras y cambios:

- Se añade la gestión de grupos de alumnos por profesor.
- Los profesores están identificados por usuarios "admin\_".
- Se añaden filtros para determinar la visibilidad de los usuarios administradores sobre el resto de usuarios.
- Se asigna a cada usuario profesor un archivo de registro propio.
- Se añade un nuevo nivel en la jerarquía de permisos de administración para los profesores ("admin" es ahora el superusuario del sistema).
- Se protege el botón Cleanup para evitar borrados accidentales del registro.
- Errores corregidos (restablecimiento de contraseñas, borrado del fichero de registro).

La nueva interfaz de usuario integra las siguientes nuevas funcionalidades, mejoras y cambios:

- Nuevo panel Database con las fichas Databases, Answer, Table y View.
- Soporte de resalte sintáctico para el álgebra relacional.
- Mejoras en la interfaz (llevar el foco automáticamente a la entrada de usuario, copiar y pegar automáticos...).
- Reinicio automático de la consola (permite actualizaciones en caliente sin apenas efecto sobre los usuarios).
- Ejecución automática de textos resaltados en el editor.
- Se añaden comentarios de línea automáticos y su atajo de teclado.
- Procesamiento de archivos con rutas que contengan caracteres en blanco.
- Temas visuales mejorados.
- Errores corregidos (resaltado sintáctico de comandos, guardado de archivos).

Se ha hecho disponible la base de datos WordNet 3.0 a través de DESweb para las prácticas de "Bases de datos aplicadas a la lingüística". Además, se han actualizado los dos manuales de usuario para el sistema, en inglés y español, que están disponibles en las carpetas raíces de las cuentas ("User guide.pdf" y "Guía de usuario.pdf"). También se ha hecho disponible para cada usuario la sintaxis EBNF del lenguaje SQL tal como está soportado en DES.

## 3. Página web del sistema DES

Se han actualizado en cada versión publicada las páginas web del sistema DES, tanto en [des.sourceforge.net](http://des.sourceforge.net) como en <https://www.fdi.ucm.es/profesor/fernand/des> (espejo). Se aportan descargas para las distintas versiones de la herramienta DES: programas de escritorio para terminales (Windows, Ubuntu y Mac OS X), aplicaciones Windows, y un IDE gráfico programado en Java con más funcionalidades que las de la interfaz web.

## 4. Evaluación de la herramienta

Se ha usado la herramienta en clase y laboratorio durante el primer cuatrimestre en las asignaturas de grado y doble grado de la Facultad de Informática, segundo cuatrimestre en las asignaturas del máster de Geografía e Historia, y de grado y máster de Filología en primer y segundo cuatrimestre. Teniendo en cuenta la realimentación de los alumnos se ha mejorado el sistema con muchas de las funcionalidades comentadas anteriormente.

Se ha proporcionado una encuesta básica a los alumnos con objeto de recabar el máximo número de respuestas a las siguientes preguntas:

1. DESweb me ha parecido fácil de usar.
2. He entendido bien los informes generados (Error, Warning, Info...).
3. Los informes de errores sintácticos me han ayudado a escribir bien las consultas.
4. Los avisos de posibles errores semánticos (Warning: [Sem]) me han ayudado.
5. Prefiero una interfaz web a tener que instalar la de escritorio.
6. No he observado problemas importantes de estabilidad y he podido trabajar normalmente.
7. Siempre que he necesitado la herramienta la he podido usar.
8. En lo que coinciden, me ha parecido mejor que SQL Developer.
9. Puntuación general (0 a 10)
10. Mejoras que propondría: (pregunta abierta)
11. Críticas (pregunta abierta)

Las preguntas 1 a 8 admiten una respuesta con una escala de Likert de 5 puntos (totalmente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo). La siguiente tabla muestra, para los distintos grupos, el nivel general de satisfacción con la herramienta, comparándola con los resultados del curso anterior:

Curso 2019-20						Curso 2018-19	
Grupo	Matriculados	Activos	Respuestas	Porcentaje de participación	Puntuación general (sobre 10)	Porcentaje de participación	Puntuación general (sobre 10)
DG	29	27	25	92,6%	8,43	59,3%	7,56
E	68	45	2	4,4%	7,67	13,9%	7,80
MTIG	14	13	8	61,5%	7,67	82,6%	7,16
Fil	45	45	2	4,4%	7,67	30,0%	7,17

El mayor índice de participación corresponde a DG, a quienes se les insistió rellenar la encuesta, de forma parecida a lo que ocurrió con el grupo MTIG. En el resto de asignaturas la participación en la encuesta ha sido baja (para estas asignaturas, las medias de puntuación se ha hecho para todas ellas). Lo cierto es que los alumnos (y muchos de los profesores) se ven desbordados con tantas encuestas como reciben.

La herramienta se ha valorado mejor que el año pasado (en particular por los alumnos del doble grado de Informática y Matemáticas, titulación que recibe a los mejores estudiantes por su elevada nota de corte). No obstante, la herramienta es susceptible de claras mejoras algunas de las cuales se han realizado a partir de las sugerencias propuestas por los propios alumnos en las preguntas de tipo abierto. Además, el análisis de los registros de usuario recogidos automáticamente por el sistema ha permitido identificar los casos de uso en los que la herramienta ha ayudado a los alumnos a corregir sus errores.

La crisis de la COVID-19 afectó en particular al desarrollo de clases presenciales en la facultad de Filología. Sin embargo, el uso de DESweb ha facilitado las actividades prácticas de la asignatura de forma online y síncrona: ha sido posible observar la interacción de los alumnos con la herramienta y así observar cómo resolvían los ejercicios en tiempo real. Esto ha permitido sugerirles cómo superar las posibles dificultades conceptuales o prácticas a las que se enfrentaban en su resolución, evitando que se quedaran atascados. La experiencia ha sido muy positiva desde el punto de vista del profesor y de los alumnos, que han agradecido expresamente esta realimentación online y síncrona para avanzar en la asignatura.

## 6. Anexos

### Bibliografía principal usada en el proyecto

Abello, A., Burgues, X., Casany, M., Martin, C., Quer, C., Rodriguez, M. E., Romero, O., & Urpi, T. (2016). A software tool for e-assessment of relational database skills. *International journal of engineering education*, 32 (3A), 1289-1312. URL: <http://hdl.handle.net/2117/89668>; [http://www.ijee.ie/latestissues/Vol32-3A/23\\_ijee3260ns.pdf](http://www.ijee.ie/latestissues/Vol32-3A/23_ijee3260ns.pdf).

Albert, E., Gómez-Zamalloa, M., & Puebla, G. (2009). Test Data Generation of Bytecode by CLP Partial Evaluation. In 18th International Symposium on Logic-based Program Synthesis and Transformation (LOPSTR'08) number 5438 in Lecture Notes in Computer Science (pp. 4-23). Springer-Verlag.

Allen, G. N. (2000). WebSQL: An Interactive Web Tool for Teaching Structured Query Language. In AMCIS 2000 Proceedings 384.

Apt, K. (2003). *Principles of Constraint Programming*. New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Brass, S., & Goldberg, C. (2006). Semantic Errors in SQL Queries: A Quite Complete List. *The Journal of Systems and Software*, 79 (5), 630-644. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2005.06.028>. doi:10.1016/j.jss.2005.06.028.

Caballero, R., & Ileva, C. (2015). Constraint Programming Meets SQL. In XV Jornadas sobre Programación y Lenguajes, PROLE 2015 (SISTEDES).

Correas, J., Martín, S. E., & Sáenz-Pérez, F. (2018). Enhancing set constraint solvers with bound consistency. *Expert Systems with Applications*, 92, 485 - 494. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417417306620>. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.09.056>.

Danaparamita, J., & Gatterbauer, W. (2011). Queryviz: Helping users understand sql queries and their patterns. In *Proceedings of the 14th International Conference on Extending Database Technology EDBT/ICDT'11* (pp. 558-561). New York, NY, USA: ACM. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1951365.1951440>. doi:10.1145/1951365.1951440.

Frühwirth, T. (2009). *Constraint Handling Rules*. (1st ed.). New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Guagliardo, P., & Libkin, L. (2017). A Formal Semantics of SQL Queries, Its Validation, and Applications. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 11 (1), 27-39. URL: <https://doi.org/10.14778/3151113>. 3151116. doi:10.14778/3151113.3151116.

Hitzler, P., & Seda, A. K. (2011). *Mathematical Aspects of Logic Programming Semantics*. Chapman and Hall / CRC studies in informatics series. CRC Press.

Hofstedt, P. (2000). Cooperating Constraint Solvers. In R. Dechter (Ed.), *Sixth International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming - CP*. Springer-Verlag volume 1894 of LNCS.

ISO/IEC (2016). SQL:2016 ISO/IEC 9075-1:2016 Standard.

Jaffar, J., & Lassez, J.-L. (1987). Constraint logic programming. In *Proceedings of the 14th ACM SIGACT-SIGPLAN Symposium on Principles of Programming Languages POPL '87* (pp. 111-119). New York, NY, USA: ACM. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/41625.41635>. doi:10.1145/41625.41635.

Javid, M., Embury, S., Srivastava, D., & Ari, I. (2012). Diagnosing faults in embedded queries in database applications. In D. Srivastava, & I. Ari (Eds.), *Proceedings of the 2012 Joint*

EDBT/ICDT Workshops, Berlin, Germany, March 30, 2012 (pp. 239-244). United States: Association for Computing Machinery. doi:10.1145/2320765.2320831.

Jones, N. D. (1996). An introduction to partial evaluation. *ACM Comput. Surv.*, 28 (3), 480-503. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/243439.243447>. doi:10.1145/243439.243447.

Leuschel, M., & Bruynooghe, M. (2002). Logic program specialisation through partial deduction: Control issues. *TPLP*, 2 (4-5), 461-515. URL: <https://doi.org/10.1017/S147106840200145X>. doi:10.1017/S147106840200145X.

Martín, S. E., Hortalá-González, M. T., Rodríguez-Artalejo, M., del Vado Vírseda, R., Sáenz-Pérez, F., & Fernández, A. J. (2009). On the cooperation of the constraint domains h, R and FD in CFLP. *CoRR*, abs/0904.2136 . URL: <http://arxiv.org/abs/0904.2136>. arXiv:0904.2136.

Monfroy, E., & Castro, C. (2004). A component language for hybrid solver cooperations. In *ADVIS* (pp. 192-202). Springer volume 3261 of Lecture Notes in Computer Science.

Reza, H., & Zarns, K. (2011). Testing Relational Database Using SQLLint. In 2011 Eighth International Conference on Information Technology: New Generations (pp. 608-613). doi:10.1109/ITNG.2011.208.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence - A Modern Approach* (3rd. international edition). Pearson Education.

Sadiq, S., Orlowska, M., Sadiq, W., & Lin, J. (2004). Sqlator: An online sql learning workbench. In *Proceedings of the 9th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education ITiCSE '04* (pp. 223-227). New York, NY, USA: ACM.

Sáenz-Pérez, F. (2011). DES: A Deductive Database System. *Electronic Notes on Theoretical Computer Science*, 271 , 63-78.

Sáenz-Pérez, F. (2014). Towards bridging the expressiveness gap between relational and deductive databases. *Electronic Communications of the EASST*, 64, 1-22.

Sáenz-Pérez, F. (2017). Intuitionistic Logic Programming for SQL. In M. V. Hermenegildo, & P. Lopez-Garcia (Eds.), *Logic-Based Program Synthesis and Transformation* (pp. 293-308). Cham: Springer International Publishing.

Sáenz-Pérez, F. (2018) Semantic Analysis of SQL Statements in DES. XVIII Jornadas sobre Programación y Lenguajes, PROLE'2018 (SISTEDES), Sevilla, Spain.

Sáenz-Pérez, F. (2019) Experiencing Intuitionistic Logic Programming in SQL Puzzles (Work in Progress). XIX Jornadas sobre Programación y Lenguajes, PROLE'2019 (SISTEDES), Cáceres, Spain. [Best presentation award](#)

Sáenz-Pérez, F. (2019) DESweb: una herramienta para el aprendizaje de SQL. XXV Edición de las Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, Murcia, Spain.

Sáenz-Pérez, F. (2019) "Applying Constraint Logic Programming to SQL Semantic Analysis", *Theory and Practice of Logic Programming*, 35th International Conference on Logic Programming (ICLP'2019), Special Issue, 19(5-6):808-825, September 2019. [Best applications paper award](#)

Scott, J. D., Flener, P., & Pearson, J. (2013). Bounded strings for constraint programming. In 2013 IEEE 25th International Conference on Tools with Artificial Intelligence (pp. 1036-1043). doi:10.1109/ICTAI.2013.155.

Silberschatz, A., Korth, H., & Sudarshan, S. (2010). *Database Systems Concepts*. (Sixth ed.). New York, NY, USA: McGraw-Hill, Inc.

Soler, J., Prados, F., Boada, I., & Poch, J. (2006). A Web-based tool for teaching and learning SQL. In International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET.

Sterling, L., & Shapiro, E. (1994). The Art of Prolog (2Nd Ed.): Advanced Programming Techniques. Cambridge, MA, USA: MIT Press.

Ullman, J. D. (1988). Principles of Database and Knowledge-Base Systems, Volume II. Computer Science Press.